FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1919 — THÈSE — N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

GEORGES PRÉVOST

Né le 10 Février 1891, à Nantes

MÉDECIN-CHEF DU SERVICE DE SANTÉ
DE L'AÉRONAUTIQUE DU GROUPEMENT N° 2

ÉTUDE SUR L'AVIATION

MODIFICATIONS DE L'ORGANISME

DÉTERMINÉES PAR L'AVIATION

Président : M. GILBERT, *Professeur.*

A. MALOINE & FILS, ÉDITEURS
27, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 27
PARIS 1919

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Le Doyen : M. ROGER. *Assesseur :* G. POUCHET.

Professeurs :

	MM.
Anatomie	NICOLAS
Anatomie médico-chirurgicale	N.
Physiologie	Ch. RICHET
Physique médicale	WEISS
Chimie organique et Chimie générale	DESGREZ
Bactériologie	BEZANÇON
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	N.
Pathologie et Thérapeutique générales	ACHARD
Pathologie médicale	VAQUEZ
Pathologie chirurgicale	N.
Anatomie pathologique	LETULLE
Histologie	PRENANT
Opérations et appareils	N.
Pharmacologie et matière médicale	POUCHET
Thérapeutique	P. CARNOT
Hygiène	N.
Médecine légale	N.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	N.
Pathologie expérimentale et comparée	ROGER
Clinique médicale	ACHARD, WIDAL, GILBERT, CHAUFFARD
Hygiène et clinique de la 1re enfance	MARFAN
Clinique des maladies des enfants	HUTINEL
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	DUPRÉ
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	JEANSELME
Clinique des maladies du système nerveux	Pierre MARIE
Clinique des maladies contagieuses	TEISSIER
Clinique chirurgicale	DELBET, QUENU, LEJARS, HARTMANN
Clinique ophtalmologique	De LAPERSONNE
Clinique des maladies des voies urinaires	LEGUEU
Clinique d'accouchements	BAR, COUVELAIRE, RIBEMONT-DESSAIGNES
Clinique gynécologique	N.
Clinique chirurgicale infantile	BROCA
Clinique thérapeutique	ROBIN Albert

Agrégés en exercice :

MM.			
	GOUGEROT	LEQUEUX	RETTERER
	GRÉGOIRE	LEREBOULLET	RIBIERRE
	GUENIOT	LERY	RICHAUD
ALGLAVE	GUILLAIN	LOEPER	ROUSSY
BERNARD	JEANNIN	MAILLARD	ROUVIERE
BRANCA	JOUSSET (A)	MOCQUOT	SCHWARTZ (A)
BRUMPT	LABBÉ (H.)	MULON	SICARD
CAMUS	LAIGNEL-LAVASTINE	NICLOUX	TANON
CASTAIGNE	LANGLOIS	NOBECOURT	TERRIEN
CHAMPY	LECENE	OKINCZYC	TIFFENEAU
CHEVASSU	LEMIERRE	OMBREDANNE	VILLARET
DESMAREST	LENORMANT	RATHERY	ZIMMERN

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR GILBERT

PROFESSEUR DE CLINIQUE MÉDICALE A L'HOTEL-DIEU

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

COMMANDEUR DE LA LÉGION D'HONNEUR

A LA MÉMOIRE DE MA GRAND'MÈRE

A MA MÈRE

A MON PÈRE

AUX MIENS

A NOS MAITRES

MM. LES PROFESSEURS DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE DE NANTES.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR MIRAILLIÉ

DIRECTEUR DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE DE NANTES

ETUDE SUR L'AVIATION

MODIFICATIONS DE L'ORGANISME

DÉTERMINÉES PAR L'AVIATION

Etude sur l'Aviation

On a beaucoup écrit sur l'aviation avant et pendant la guerre. La plupart des renseignements que l'on a pu trouver dans les diverses feuilles littéraires comme dans la plus grande partie des publications scientifiques n'ont été fournis qu'à la suite de conversations avec des aviateurs tant pilotes qu'observateurs. Ayant eu le grand plaisir d'être affecté au service médical d'un groupe d'escadrilles, nous avons voulu expérimenter par nous-même, les effets du vol sur l'organisme.

Ce n'est pas un travail original que nous prétendons soumettre car une thèse sur l'aviation a paru dans le courant de l'année 1917, sur le « Mal des Aviateurs ».

Nous voulons parler ici de l'ouvrage que présenta notre camarade et ami la Docteur Ferry de Nancy.

Avant lui un travail fut fait en 1907 par Soubies sur la « Physiologie de l'aéronaute ».

Pendant la guerre les médecins des écoles d'aviation ont cherché et trouvé des procédés divers pour dépister des lésions du système nerveux et de l'oreille interne chez les jeunes candidats. Les examens minutieux ont donné d'excellents résultats. Mais à côté de l'élément physique il y a aussi l'élément moral. Il y eut un grand nombre de volontaires pour entrer dans cette arme d'élite, mais après les premiers essais faits en école, beaucoup de ces volontaires réclamaient leur retour dans leur arme d'origine. N'est pas pilote qui veut : pour persévérer dans cette arme il importe de posséder certaines qualités physiques et morales que nous essaierons de montrer.

Avant d'aborder l'étude physiologique des effets du vol sur l'organisme il nous paraît nécessaire de donner une sommaire description d'un avion .

L'avion ne peut se sustenter que si la vitesse de rotation de l'hélice atteint un certain nombre de tours variant avec le poids et la forme de l'appareil. Elle est de l'ordre pour la plupart des avions de guerre récents (Bréguet, Salmson, Spad)1.400 à 1.900 tours par minute (voire même 2.000 tours pour le Spad).Si cette vitesse de rotation vient pour une raison quelconque à diminuer l'avion ne se sustente plus, il se met en perte de vitesse et tombe. C'est dans cette perte de vitesse que réside le principal danger de l'aviation. Ce danger ne quitte pas l'esprit du pilote dès qu'il est dans sa carlingue.

Dans la perte de vitesse les gouvernails de l'appareil n'obéissent plus et l'avion ressenble alors à une épave allant

à la dérive dans un courant d'eau rapide et qui va se briser sur un récif. Cet arrêt du moteur lorsqu'il survient à une altitude supérieure à 500 mètres ne présente pas un danger immédiat car en *piquant*, l'appareil peut acquérir une certaine vitesse qui atteindra et dépassera même celle que pourrait lui fournir le moteur. Grâce à cette vitesse acquise du fait du poids de l'appareil, le pilote pourra se diriger et se poser sur un terrain plus ou moins favorable pour atterrir.

On a en général de 7 à 10 fois sa hauteur avant de toucher le sol, c'est-à-dire qu'un avion ayant une panne à 1.000 mètres pourra attérir à 7 ou 10 kilomètres du point où son moteur s'est arrêté. Cette distance à parcourir avec l'hélice calée dépend de la surface portante des ailes. Plus un avion aura une surface portante étendue, plus long sera le vol plané. Ainsi le Bréguet plane plus facilement que le Spad.

En résumé, une panne survenue à 4.000 mètres auura de moins graves inconvénients qu'une panne à 200.

Ce point étant éclairci, voyons comment décolle un avion.

Avant de quitter le sol l'appareil roule sur le terrain jusqu'à ce qu'il ait acquis une certaine vitesse, ayant créé un un remous d'air. Cette vitesse toujours variable pour les différents appareils est de 100 à 120 kilomètres à l'heure.

Une fois que les roues ont quitté le sol, l'appareil doit conserver sa vitesse afin de pouvoir monter. Les *quelques minutes* qui suivent le décollage sont les plus périlleuses, car si le moteur venait à s'arrêter le pilote n'a pas la ressource de faire exécuter à son avion de virages, il est forcé d'atterrir droit devant lui et ce « droit devant lui » sera un champ, un bois, un village et l'on comprend aisément le danger de cette panne au départ.

Un autre moment critique c'est l'atterrissage. Pour le faire le pilote tend toutes ses facultés intellectuelles.

L'instant est critique et réclame un grand sang-froid.

Départ, panne à faible altitude, atterrissage sont donc périlleux dans un vol normal.

Pendant la période de guerre s'ajoutaient l'attaque par un avion ennemi ou bien encore les tirs exécutés par les batteries de terre. Ce dernier danger était cependant assez minime : il était très difficile d'atteindre un point qui se meut dans l'espace à une allure de 150 à 200 kilomètres à l'heure et à une altitude qui pouvait varier incessamment. La plupart des pilotes que nous avons interrogés sur ce point nous en ont fait l'aveu.

Une autre source d'inquiétude est l'orientation. Non seulement l'aviateur a à surveiller son compte-tours d'hélice, son indicateur de vitesse, son altimètre, sa boussole, mais il ne doit pas perdre de vue le sol avec ses points de repère. Nous ne saurions trop insister sur ce point qu'il est très facile de se perdre dans une région que l'on est peu accoutumé de fréquenter même par un temps très clair, il va sans dire que si l'on traverse une nuée de nuages, les difficultés de se repérer sont accrues, parfois même insurmontables. Il est arrivé très souvent à des aviateurs connaissant admirablement bien une région sur laquelle ils évoluaient de se perdre et d'être contraints d'atterrir pour avoir des renseignements.

Les risques ci-dessus sont permanents et ne quittent pas l'esprit de l'aviateur. Dans l'aviation de chasse ils sont encore plus nombreux du fait des acrobaties.

Le personnel navigant :

Deux catégories de personnes : le pilote et l'observateur.

Le pilote a à notre sens moins d'appréhension que l'observateur. Ce dernier assis dans une carlingue d'où il ne peut communiquer avec le pilote qu'avec de grandes difficultés doit avoir une entière confiance dans celui qui le mène. Si cette confiance n'existe pas, la moindre inquiétude dans la marche de l'avion sera pour lui une cause à angoisse. Un virage trop incliné, un piqué trop rapide peuvent provoquer une grande frayeur. Le pilote ne rendant pas compte de ses mouvements qu'il va accomplir on est toujours en droit de se demander s'il est toujours maître de son appareil, s'il n'a pas fait une faute de pilotage qu'il pourra réparer au moment opportun.

Voilà donc l'état d'esprit de ceux qui montent en avion.

Etude de la tension artérielle pendant le vol

Des études sur la pression artérielle aux différentes altitudes ont été faites soit en montagne soit en ballon. Les résultats sont discordants.

En 1901, Hallion et Tissot ont mesuré la pression de l'artère fémorale au cours d'une ascension en ballon. Au sol la pression était de 15 cm. en moyenne et s'est maintenue à ce niveau jusqu'à une altitude de 3.500 mètres bien que la pression barométrique fut de 27 à 28 cm. de mercure environ. Cette expérience montre que la pression artérielle n'est nullement influencée ni par les variations atmosphériques ni par les phénomènes vaso-moteurs qu'elle peut déterminer.

D'autre part les Docteurs Edmond Raymond et Tripette ont également pris leur tension artérielle au cours d'un vol en ballon. Ils ont trouvé entre 0 mètre et 4.000 mètres une diminution de pression de 4 cm. chez trois sujets ne fournissant aucun travail.

Dans une autre expérience, Camus a soumis des animaux à la raréfaction dans un cylindre spécial où la production d'air confiné n'était pas possible. Dans cette expérience les courbes de pression atmosphérique et artérielle sont absolument parallèles et ce parrallélisme subsiste quels que soient la rapidité et l'intensité des variations de la variation atmosphérique. « L'action de la pression atmophérique, dit-il, ne se fait pas sentir directement sur la pression sanguine, mais

très indirectement par l'intermédiaire des modifications respiratoires. Ce n'est que lorsque les échanges sont troublés par suite d'une grande diminution de tension d'oxygène que les modifications dans le rythme respiratoire et cardiaque ainsi que dans le tonus vasculaire apparaissent et font varier la pression sanguine ».

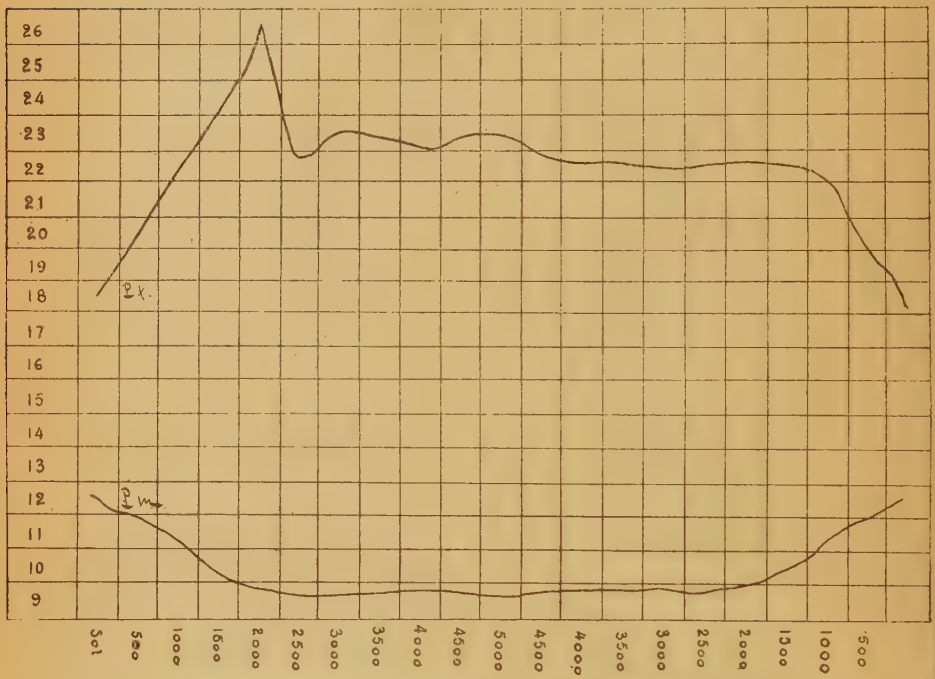
Agazotti prétend que la pression sanguine ne suit pas exactement les variations de la pression atmosphérique. A la suite d'expériences cryoscopiques Bardel démontre que la pression osmotique animale et la pression barométrique sont égales et varient dans le même sens, que, par conséquent à la même température, l'animal et l'atmosphère doivent avoir la même pression ».

D'autres expériences ont été faites (expériences relatées dans l'ouvrage du Docteur Ferry), elles ne sont pas plus concluantes, et montrent combien on est peu d'accord sur les effets produits par les ascensions.

Nous avons nous même pris notre propre tension artérielle au cours de vols que quelques camarades ont bien voulu nous faire effectuer. Pour ce faire nous nous sommes servi du dispositif suivant, inspiré de celui du Docteur Ferry. Sur une planchette de bois nous avons fait fixer l'oscillomètre de Pachon. La planchette était fixé sur une cuisse gauche à l'aide d'une courroie. Cette manière d'opérer évitait les trépidations du moteur. Devant nos yeux un altimètre nous permettant de nous rendre compte à tous moments de l'altitude.

Voici le diagramme que nous avons trouvé dans cette première expérience datant du 29 Août 1918.

Diagramme N° 1 — Expérience du 29 Aout 1918



Dans ce premier essai la pression artérielle a monté progressivement de 18 à 26 jusqu'à 2.500 mètres. A partir de cette altitude la pression a diminué bien que nous ayons continué de monter. Fait curieux : la pression maxima fait à partir de 2.500 mètres un plateau se maintenant jusqu'à 5.000 mètres.

Alors que la pression maxima augmente pendant la montée, la pression minima diminue.

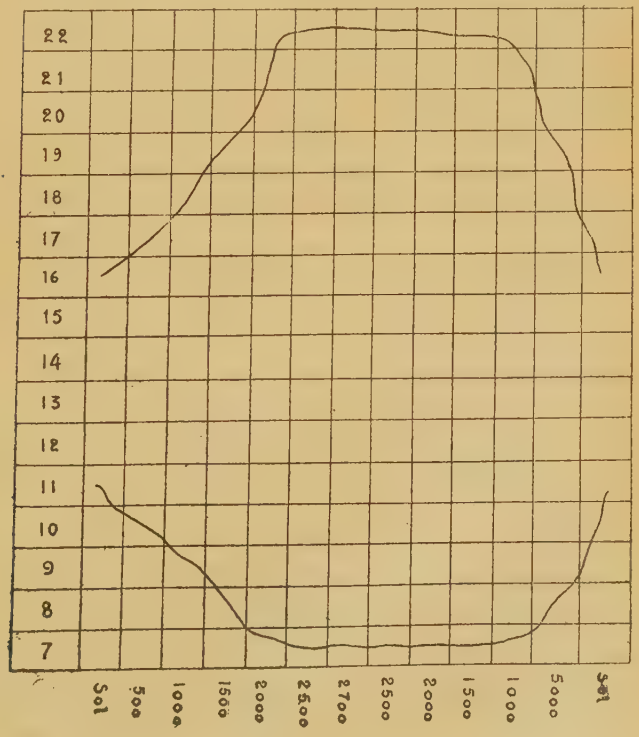
Nous avons fait part de nos résultats au Docteur Ferry, qui fut étonné. Il voulut bien se prêter lui-même à une ex-

périence. C'est ainsi que le 14 Septembre, il vint nous prendre dans son Spad bi-place.

Pour prendre sa tension artérielle nous nous sommes servis du dispositif suivant. Le bracelet fut fixé à son poignet gauche (la main gauche ne s'occupant que de la manette des gaz peut rester pendant quelques minutes immobile). Le bracelet fut relié à l'oscillomètre par un tube en caoutchouc de 1 m. 50 de long. L'oscillomètre fut fixé comme à l'ordinaire sur notre cuisse.

Voici le diagramme de cette expérience :

Diagramme N° 2 — Expérience du 14 Septembre 1918



La pression maxima a augmenté progressivement à mesure que l'on montait, mais comme dans la première expérience à partir d'une certaine altitude (2.000 mètres) la pression maxima s'est maintenue à 22 jusqu'à 2. 700 mètres. Elle diminua à mesure que l'on descendit. La pression minima tomba se 11 à 7.

Nous avons renouvelé une dizaine de fois la mesure de la pression artérielle ; chaque fois les résultats étaient différents. A quoi donc peuvent être dues ces variations ? La raréfaction de l'air n'est pas seule à influer sur la pression ; il y a un autre élément. Cet autre élément *c'est le système nerveux avec lequel il faut lant compter*. Nous avons vu que tous les pilotes, que tous les observateurs ont une certaine appréhension dès qu'ils sont dans leur appareil. Cette appréhension va jusqu'à la peur. Au cours de plusieurs vols, nous avons pu surprendre la physionomie des pilotes. Dernièrement encore, comme le pilote se tournait vers nous pour nous prier de nous tenir avant d'exécuter un looping, nous pûmes constater que son facies n'était plus même. On sentait vivement que toutes ses facultés intellectuelles étaient concentrées sur la manœuvre qu'il allait faire. A l'atterrissage nous avons noté le même jeu de physionomie. Or cette appréhension continuelle, détermine des modifications physiologiques de l'organisme, en particulier sur les vaisseaux. Les vaisseaux sanguins grâce à leur dépendance avec le système nerveux tantôt se dilatent, tantôt se rétrécissent. C'est ainsi que dans la peur on pâlit et cette pâleur est la résultante de la contraction des vaisseaux qui elle même sera plus ou moins prononcée, non seulement chez différents individus, mais encore chez le même homme.

La vaso-constriction est la cause de ces variations pendant le vol.

A cette vaso-constriction intense succède à l'atterrissage une vaso-dilatation d'autant plus intense que la vaso-constriction a été forte. Nous avons toujours observé ce phénomène chez tous les aviateurs qui descendent de leur appareil. La rougeur du visage du visage disparaît au bout d'un quart d'heure à une demi-heure.

De la sphygmolabilité chez l'aviateur

Dans son très intéressant travail sur la pression artérielle et viscosité sanguine, le Docteur Alfred Martinet fait remarquer très justement que l'on peut ranger en deux catégories les résultats de la mensuration de la pression.

I. — Les sphygmostats : ceux dont la tension artérielle est constante.

2°. — Les sphygmolabiles : ceux dont l'état circulatoire est d'une instabilité extrême. Dans cette classe il range les nerveux, les émotifs, les impressionnables et cette émotivité paraît jouer à l'ordinaire le rôle prédominant dans cette instabilité sphygmomanométrique.

Chez tous les pilotes que nous avons eu à examiner, nous avons recherché systématiquement cet état de stabilité artérielle. Nous avons observé d'une façon générale que les pilotes dont la tension artérielle était stable étaient excellents ; par contre les sphygmolabiles, plus nerveux, faisaient des fautes de pilotage plus ou moins graves.

Voici quelques observations à l'appui de cette assertion.

OBSERVATION I

Sergent P..., 22 ans, examiné le 16 juillet 1918, a une pression maxima de 20, une pression minima de 12. Très sphygmolabile. Un pouls à 80. Il est sanguin, prompt à la colère, d'une grande loquacité trahissant un certain degré de nervosité. Ce fut, d'après ses chefs, un excellent pilote, mais depuis une semaine il a raté deux atterrissages dont le dernier a failli avoir de graves conséquences puisque l'appareil s'est brisé et que le pilote s'est violemment contusionné. A la suite de cet accident nous l'examinons et avons constaté les résultats énoncés ci-dessus. Bien qu'il n'ait aucune lésion du côté du cœur, aucun trouble de la vue, aucune lésion de l'appareil de l'équilibration, nous lui conseillons vivement de se reposer une huitaine de jours, ce qu'il fait avec l'autorisation de son chef d'escadrille.

Après une semaine de repos, il reprend son service bien que sa pression artérielle n'ait pas diminué et bien qu'il soit encore sphygmolabile. A la suite d'un nouvel essai sur un appareil venu de la réserve générale du matériel, il rate à nouveau l'atterrissage et brise son avion. Interrogé par nous, il nous fait l'aveu d'être beaucoup plus impressionné et d'être moins maître de lui-même. Nous insistons sur ce point qu'il eut toujours beaucoup de courage.

OBSERVATION II

Caporal D..., 21 ans. Aucune lésion de l'appareil cardiaque ni de l'équilibration, ni trouble de la vue. A une pression artérielle

maxima élevée et une grande sphygmolabilité. Paraît nerveux ; émotif, rougit facilement. Ce caporal, bien qu'aimant beaucoup l'aviation, n'est pas un pilote d'une grande adresse. Il rate souvent ses atterrissages. En l'espace de très peu de temps, il a brisé trois avions. Le dernier accident n'aurait pas dû se produire, la première phase de l'atterrissage avait été parfaite, mais par suite d'un mouvement malheureux incompréhensible, l'appareil est entré en pleine vitesse dans un hangar. Interrogé aussitôt après l'accident, il nous dit qu'il a un peu perdu la tête et qu'il ne s'explique pas comment il a pu se jeter ainsi sur un obstacle si facilement évitable.

Quelques jours après notre groupe d'escadrilles eut à effectuer un grand mouvement par la voie des airs. Au cours de ce déplacement, notre caporal s'est perdu et est allé atterrir en brisant son appareil dans un pays très éloigné de celui qui lui était désigné.

OBSERVATION III

Pilote B..., 25 ans. Réformé à la suite d'une blessure de guerre, reprend du service dans l'aviation. De par ses états de service, c'est un guerrier dans toute l'acception du terme. Examiné par nous à plusieurs reprises, il a une tension systolique toujours supérieure à la normale avec une pression minima faible ; un pouls plutôt rapide. Sanguin, vif, *sphygmolabile*. Il est peu sûr de lui et ne pilote pas avec une grande précision.

OBSERVATION IV

L. T..., 28 ans. Pression artérielle élevée. Très sphygmolabile, très nerveux, passe auprès de ses camarades pour avoir un caractère bizarre. Ayant eu avec lui plusieurs conversations, nous a paru très impressionnable.

En l'air, il pilote de détestable façon et perd complètement ses facultés. Il est tellement impressionné qu'il se perd souvent et qu'il est incapable de revenir au terrain. Tous ses atterrissages sont manqués. Il est si peu sûr de lui que ses camarades ne veulent plus voler avec lui.

Voici donc quatre observations d'aviateurs ayant une tension artérielle élevée et une forte sphygmolabilité qui ne pilotent avec la maîtrise nécessaire.

Nous ne saurions trop insister sur ces deux éléments : hypertension et sphygmolabilité qui sont les miroirs de l'état nerveux des individus. La sphygmolabilité s'accompagne toujours d'hypertension ; nous ne l'avons jamais noté chez des hypotendus.

En regard de ces quatre premières observations, nous mentionnerons deux observations de pilotes sphygmostats et plutôt hypertendus. Ces deux observations sont prises parmi une quarantaine et tendent à montrer que les gens qui entrent dans cette catégorie ont fourni un lot de pilotes de grande valeur.

I

Cap. P... a une pression maxima de 14 et une pression minima de 10. Sphygmostat. Nous avons pris sa pression artérielle plusieurs fois et à différents moments de la journée ; la p. x. n'a jamais varié. C'est un excellent pilote, très sûr de lui, ne faisant jamais de fautes de pilotage, atterrissant d'une façon impeccable. A toujours montré un grand sang-froid, même dans les circonstances particulièrement difficiles. C'est ainsi qu'ayant été grièvement blessé au bras par une balle, a eu la force de caractère de ramener au terrain son appareil bien que son bras lui ait fait éprouver de grandes douleurs.

La deuxième observation typique est celle du Lieutenant R., hypotendu et sphygmostat, qui fut un pilote tout à fait remarquable.

De ce qui suit, il résulte que les personnes calmes se recrutent chez les hypotendus et les sphygmostats et que c'est parmi eux qu'il faut prendre les pilotes.

Cette question de plus ou moins grande sensibilité nous amène à parler d'un des chapitres les plus importants de la pathologie interne, celui de l'angine de poitrine.

De l'angine de poitrine

Dans l'étiologie de ce syndrôme on révèle en particulier deux causes : les affections nerveuses d'une part et toutes les causes qui élèvent momentanément la pression artérielle d'autre part. Dans le cas des affections nerveuses, il faut faire entrer le surmenage physique, intellectuel. Dans le deuxième cas les efforts, les émotions vives qui sont capables de déclancher la crise d'angine. Ces deux causes se trouvent réunies au grand complet chez l'aviateur qui est soumis à toute la gamme des émotions dès qu'il a quitté le sol et nous sommes persuadés qu'un certain nombre de morts subites en avion sont dues à un spasme par trop violent des artères coronaires.

Ces crises d'angine de poitrine se voient plus fréquemment chez le pilote de chasse que chez le pilote de reconnaissance.

Le pilote de chasse doit effectuer à n'importe quel moment des exercices d'acrobatie très pénibles, tel que le renversement et le looping. Inutile de décrire renversement et looping que tout le monde a pu voir exécuter avant la guerre dans des manifestations sportives aéronautiques. Il n'en est pas de même pour la vrille, de date plus récente. Dans cette acrobatie l'avion tombe à la verticale, moteur en bas et tourne en même temps sur un axe longitudinal comme un obus sur sa trajectoire. La chute est *vertigineuse* ; elle s'exécute de deux façons : en perte de vitesse ou à plein moteur, la seconde manière étant celle des as dans le combat. Le

pilote en vol normal met d'abord son moteur à l'extrême ralenti et cabre légèrement l'appareil dès qu'il sent que l'avion ne se soutient plus. L'appareil se couche et tombe en tournant. Pour arrêter la vrille le pilote ramène les pieds à la position moyenne, rend très légèrement la main et les gaz remis repart en ligne de vol.

A plein moteur la même manœuvre jette l'avion sur ses plans d'un seul coup comme dans un changement de direction brutale et le précipite instantanément.

On conçoit aisément que dans une pareille manœuvre l'organisme est soumis à une rude épreuve. Un de nos camarades nous a fait exécuter une vrille sur un Salmson, alors que nous n'étions pas prévenus. Nous devons avouer que nous avons été pris d'une réelle angoisse quand nous avons vu l'appareil se précipiter vers le sol à une vitesse foudroyante. Nous avons saisi convulsivement les barreaux de la carlingue et nous nous sommes rendus très nettement compte que notre cœur ne battait que faiblement. Nous poussâmes un cri de soulagement quand l'appareil reprit sa marche normale.

Nous avons eu l'occasion d'exécuter une autre fois cette manœuvre. L'effet fut moins impressionnant, car le pilote avait eu le soin de nous prévenir par un geste qu'il allait faire une acrobatie. Néanmoins, bien que l'on ait une grande confiance en celui qui vous mène et que l'on soit très sûr qu'aucune faute de pilotage ne sera commise, l'appareil étant soumis à des pressions formidables peut se briser au niveau des ailes, accident devenu assez rare, mais toujours possible avec un appareil fatigué.

Afin d'éviter une émotion trop violente on recommande

aux jeunes de l'école d'acrobatie de Pau de plonger la tête dans la carlingue quand ils font la vrille et à exécuter la manœuvre de redressement qu'au bout d'un nombre déterminé de secondes. Il y eut quelques accidents mortels à la suite de l'inobservance de cette règle, accidents que nous attribuons à un spasme violent des artères coronaires. On peut rapprocher de cet accident les morts subites produites par une grande frayeur. La littérature médicale abonde en observations de ce genre et nous-mêmes, il y a quelques années avons appris la mort de la mère d'un de nos camarades qui succomba à la suite d'un accident d'automobile, bien qu'elle ne fut point blessée.

Pour pouvoir s'adonner à ce sport il faut donc une intégrité absolue des tuniques artérielles. Ces dernières sont soumises à des coups de bélier incessants. Toute altération de la tunique interne aura les plus fâcheuses conséquences. Les artério-scléreux doivent être absolument rejetés du personnel navigant.

Nous eûmes à examiner plusieurs officiers de plus de 35 ans qui ne pouvaient faire de l'altitude sans avoir quelques hémorragies nasales ou pharyngiennes. L'un de ceux-ci, le capitaine G..., âgé de 36 ans, qui est pilote depuis 1911 ne peut monter au-dessus de 12 à 1.500 mètres sans éprouver des vertiges et avoir des épistaxis.

Nous avons pris à plusieurs reprises et à différents moments de la journée sa pression artérielle :

Le matin à jeun : Px : 19 Pm : 12.
Après le repas : Px : 22 Pm : 11.
Le soir : Px : 20 Pm : 12.

Très nettement sphygmolabile.

Nous citerons encore l'observation d'un autre officier ayant dépassé 35 ans qui répugne à faire de l'altitude.

D'après ces différents exemples, il importe que les vaisseaux sanguins aient conservé toute leur élasticité et partant que l'aviation ne doit être réservée qu'aux jeunes hommes.

Du Cœur

Avant d'aborder les modifications que subit le cœur, il nous semble utile de rappeler brièvement les caractères essentiels de la structure du cœur.

Le cœur est constitué par trois tuniques d'inégales épaisseurs : une tunique interne : l'eudocarde ; une tunique moyenne : le myocarde ; une tunique externe : le feuillet visceral du péricarde.

A) L'endocarde, homologue de l'endoveine dans les oreillettes, de l'endartère dans les ventricules se continue sans interruption avec la tunique interne des gros vaisseaux sanguins.

Les cavités du cœur sont tapissées par cet endocarde dans ses saillies et dans ses dépressions.

B) Le myocarde est un muscle creux tapissé extérieurement par le feuillet viscéral du péricarde ou épicarde. Il est constitué par des fibres musculaires striées qui prennent leur insertion sur un squelette fibreux. Le squelette fibreux forme la structure des anneaux des orifices auriculo-ventriculaires et artériels. Leur forme et leurs dimensions sont

celles des orifices qu'ils circonscrivent. Ces anneaux sont formés de tissus fibreux très denses, véritables tendons à fibres circulaires. Le gauche est plus épais ; ils envoient dans les valvules dont elles sont la charpente des expansions membraniformes : deux pour la mitrale, trois pour la tricuspide. Quant au myocarde proprement dit il est formé de fibres musculaires striées à contraction brusque, mais qui ne sont pas sous l'influence de la volonté.

Dans le cours régulier de la vie, le muscle cardiaque règle son effort d'une manière constante. A chaque contraction ventriculaire, il lancera dans l'aorte et dans les artères pulmonaires une quantité de sang qui sera toujours sensiblement la même. Cette ondée sanguine aura à vaincre la résistance vasculaire qui variera peu. Il n'en sera plus de même en avion où le cœur aura à faire varier constamment son régime. L'effort que devra fournir le muscle cardiaque sera beaucoup plus considérable à une altitude très élevée qu'à terre par suite de la contraction des vaisseaux. Dans une descente rapide, le cœur devra modifier à chaque seconde pour ainsi dire sa force de contraction. Soumis à un tel régime, on comprendra facilement que le cœur finit par se fatiguer ; les brusques tensions des fibres musculaires, ainsi que les brusques relâchements amènent à la longue des désordres plus ou moins graves. Chez beaucoup de vieux pilotes (nous entendons par vieux seize à vingt mois de pilotage) nous avons observé de la dilatation cardiaque. Chez eux la pointe du cœur était abaissée jusqu'au sixième espace intercostal gauche, voire même jusqu'au septième. En même temps que cet abaissement, la pointe était un peu à gauche de la ligne mamelon-

naire gauche. Cette dilatation n'était pas sans gêner quelques camarades qui se plaignaient d'essoufflements à la suite d'une marche un peu trop rapide ou à la suite d'un repas trop copieux. Très heureux lorsque cette dilatation ne se porte que sur les parois des ventricules. Un petit nombre toutefois de pilotes eurent leurs valvules touchées. L'un d'eux, un des plus brillants officiers de l'aviation belge, a une dilatation cardiaque assez prononcée avec un souffle au niveau de l'orifice mitral. Malgré les avis pressants de son médecin de groupe, ce dernier continue de voler. Il serait intéressant de pouvoir suivre ce malade dont le teint blafard n'est pas sans nous causer quelques inquiétudes.

Sur le fonctionnement du cerveau

Dans un numéro de l'*Illustration* paru en 1918, sur l'aviation, il est dit qu'à mesure que l'on monte, les opérations s'effectuent avec une certaine lenteur. N'étant monté nous-même qu'à 5.000 mètres, nous ne pouvons avoir d'opinions personnelles sur ce point, force nous est de nous en remettre à la bonne foi de nos camarades. Nous avons interrogé sur ce point intéressant, non pas des pilotes de chasse qui ne planent pas suffisamment longtemps dans les hautes régions de l'atmosphère, mais des pilotes et observateurs d'escadrille de reconnaissance d'armée et de bombardements qui restent une heure, deux heures, voire même trois heures consécutives à une altitude de plus de 6.000 mètres. Ces derniers sont d'accord à reconnaître la véracité de cette

assertion. A quoi donc attribuer ce ralentissement de l'activité psychique ?

Une loi de la physiologie dit que le sang afflue abondamment dans tout organe en travail. Nos organes ne fonctionnent que si on leur fournit le combustible nécessaire. Dans les muscles qui travaillent, les vaisseaux sanguins se dilatent pour transmettrent plus activement et en plus grande quantité les matériaux destinés à être brûlés afin de transformer l'énergie des aliments en une contraction musculaire. Au moment de la digestion, la circulation est plus intense au niveau de la muqueuse stomacale et des grandes digestives qui doivent secréter une plus grande quantité de suc. Il en est de même pour le cerveau où l'activité de la circulation cérébrale est plus intense pendant le travail de la pensée que pendant le sommeil. Mosso dit à ce sujet : « Il suffit d'une légère modification dans la vitesse du sang qui pénètre dans le cerveau pour que notre moi se modifie immédiatement. L'équilibre moléculaire dans les organes où siègent l'intelligence est ébranlé profondément par des causes qui ne troublent pas d'une manière appréciable, les fonctions des autres parties du corps, car dans le cerveau la nutrition et la transformation des tissus sont plus actives et par conséquent les éléments constitutifs plus instables. La plus grande importance des phénomènes psychiques tient à la plus grande importance des phénomènes qui leur donnent naissance. Si l'on me demandait qu'elle est de toutes les fonctions de l'organisme celle qui se ressent du plus léger changement résultant des modifications artérielles je répondrai sans hésiter : « la conscience ». — Mosso dit dans une autre partie de son intéressant travail sur la peur :

« Le sang en pénétrant dans certaines parties du cerveau est comme un flambeau qui éclaire un souterrain sur les murs duquel sont figurés les objets et les choses que nous connaissons. Souvent les vaisseaux sanguins ne livrent pas facilement passage au sang et nous tournons en vain dans ce labyrinthe, reculant, avançant jusqu'à ce que tout à coup s'ouvre un accès et apparaisse l'idée cherchée ».

Or, au cours d'un voyage aérien, notre cerveau travaille d'une façon intense. Nous avons vu dans la première partie de ce travail quelles étaient les multiples préoccupation de l'aviateur. Les pensées de ce dernier doivent être rapides et précises ; à aucun moment il ne faut qu'il se repose ; la moindre distraction peut lui être fatale. Il y a donc une circulation très active au niveau des centres nerveux. Mais à mesure que l'on s'élève dans les airs, l'action du froid se fait sentir et malgré toutes les précautions que l'on peut prendre pour se défendre contre lui, on résiste mal.

A cette influence il faut ajouter le courant d'air créé par l'hélice, courant d'air d'une violence telle qu'il vous réfrigère littéralement. Cette action du froid amène l'anémie du cerveau qui contre-balance et même l'emporte sur l'afflux de sang créé par le travail psychique. Larey, dans la retraite de Russie, avait déjà signalé l'influence du froid sur le cerveau. Les soldats qui souffraient de ces températures excessives sentaient leur esprit s'engourdir.

Nous attribuons à la réfrigération, la lenteur des opérations mentales. Notons en passant que ce phénomène est plus intense chez l'observateur, assis à l'arrière de l'appareil, exposé à l'action du courant d'air de l'hélice que chez le

pilote dont la carlingue, située près du moteur est plus protégée contre l'action du froid.

Quelques mots sur le rein

Les vols de longue durée à faible altitude ne semblent pas avoir d'influence sur la sécrétion urinaire. Les observateurs ayant accompli des missions de reconnaissance de deux à trois heures sur les lignes à une altitude ne dépassant pas 1.500 mètres n'ont éprouvé aucune gêne. Il n'en est pas de même des aviateurs ayant à remplir des vols de longue durée à une altitude dépassant 5 à 6.000 mètres et plus haut, comme en accomplissent les audacieux pilotes de bombardement sur les villes lointaines. Tous nous ont dit combien ils avaient souffert de l'envie d'uriner, envie si impérieuse parfois que quelques observateurs ont été forcés de se soulager dans le cours du raid.

Là encore nous voyons l'action manifeste de la pression artérielle.

La sécrétion urinaire est liée d'après les physiologistes à la quantité de sang qui passe dans les artères rénales et la pression sous laquelle le sang circule. De plus le Docteur Martinet ajoute que cette sécrétion est sous la dépendance de la différence entre la pression maxima et la pression minima, c'est-à-dire la pression différentielle. Etant donné que nous avons constaté une augmentation de la pression maxima et une diminution de la minima, il n'y a rien d'étonnant à ce que le rein fonctionne plus activement à mesure que l'on monte. Là encore doit agir la constriction spasmodique

liée à l'émotivité. Nous avons pu recueillir l'urine d'observateurs ayant fait des raids lointains.

Les urines étaient très abondantes et claires et ressemblent en tous points aux urines nerveuses. Il ne semble pas que les cellules rénales aient beaucoup intervenu pour la sécrétion de ces urines si faiblement chargées en urée. Le travail de l'excrétion de l'urée s'accompagne d'une grande consommation d'oxygène. Or, l'oxygène se raréfie dans les hautes couches de l'atmosphère ; l'organisme en trouve-t-il suffisamment pour effectuer une pareille opération ?

Sur les Capsules surrénales

Un symptôme sur lequel l'attention des Docteurs Josué et Ferry a été attiré est celui de l'asthénie qui se rencontre chez les aviateurs ayant fourni un gros travail pendant six mois, un an. Les plus atteints sont les pilotes de chasse et les pilotes de reconnaissance d'armée. Le service de santé de l'aéronautique a créé pendant la guerre un centre de repos spécial à Viry-Châtillon. Chez ces pilotes l'asthénie se manifeste par un sentiment de grande lassitude, une perte d'énergie très manifeste, une diminution de la pression maxima *avec une diminution également de la pression différentielle*, la présence chez certains d'entre eux de la ligne blanche de Sergent et une invincible envie de dormir. Il est à remarquer que ces signes existent, mais à un degré beaucoup moins prononcé, chez l'aviateur qui est resté à 6.000 mètres pendant plus de deux heures. Mais chez ce dernier, une nuit d'un bon

sommeil réparateur suffira pour rétablir l'équilibre physiologique.

On conçoit qu'à la suite d'un grand nombre de missions de longue durée l'organisme résistera de moins en moins facilement et qu'il pourra se créer un état ayant quelques tendances à passer à la chronicité.

C'est aux capsules surénales qu'est due la fonction de neutraliser les toxines engendrés par le travail musculaire.

Or pendant le vol, l'organisme n'est pas dans d'excellentes conditions pour neutraliser ces toxines. Nous savons que l'oxygène est un facteur chimique indispensable de réparation musculaire. Humbold a montré que le muscle séparé du corps ou privé en tout cas du secours circulatoire reste plus longtemps excitable dans l'air que dans l'hydrogène et plus mou dans l'oxygène pur que dans l'air, résultat confirmé depuis par Hermann.

Kunecker a montré en outre que le lavage de Raulhe produit une réparation plus rapide du muscle si le liquide renferme une substance capable de céder facilement son oxygène comme le permanganate de potassium. Richet a montré que le muscle (sans circulation) fatigué ne se répare pas si on le plonge dans l'eau bouillie recouverte d'huile ou sous une cloche à hydrogène, par contre la réparation a lieu si on introduit un peu d'oxygène sous la cloche. L'oxygène a donc deux fonctions distinctes dans l'activité musculaire :

1° Pendant la phase d'activité il dégage de l'énergie nécessaire à la contraction.

2° Pendant la phase de réparation, il détruit en les oxydant les corps réducteurs toxiques de la contraction. Ces faits importants font prévoir que la neutralisation des to-

xines musculaires se ralentit aux grandes altitudes, l'anoxhémie diminue bien le pouvoir neutralisateur de l'oxygène à l'égard des poisons du travail. Une expérience de Reynaud a montré que dans l'air raréfié les cobayes meurent rapidement s'ils ont à travailler. Les touristes transportés aux grandes hauteurs souffrent tardivement du mal des montagnes tandis que ce mal se développe plus rapidement chez l'alpiniste gravissant les hauts sommets. Il est vrai qu'en avion la fatigue musculaire n'existe pour ainsi dire pas, mais le muscle cardiaque en travaillant plus activement, ainsi que le diaphragme produisent une plus grande quantité de toxines que l'organisme devra neutraliser.

De ces faits, il résulte que les capsules surérales ont à travailler d'une façon intense ; à la longue elles seront insuffisantes à assumer leur rôle et petit à petit s'établira le syndrôme de l'insuffisance surénale.

De l'Influence du vol sur la respiration

Comme chacun sait, la pression atmosphérique diminue à mesure que l'on s'élève dans l'atmosphère. Au niveau de la mer et à la température de 0° la pression atmosphérique est représentée en moyenne par le poids d'une colonne de mercure de 760 millimètres de hauteur. Cette pression diminue de 1 centimètre par 500 mètres d'altitude au voisinage du sol. A de plus hautes altitudes la pression varie suivant une progression géométrique.

La température de l'air diminue également à mesure que l'on monte.

Quant à l'humidité elle est variable et dépend des couches de nuages que l'on a à traverser.

Pendant la première phase d'un vol la plupart des pilotes éprouvent d'abord une sensation de bien-être. Nous-même avons éprouvé cette sensation qui est tout à fait particulière. Les inspirations sont plus profondes ; il semble que l'on respire mieux, mais à partir de 3.500 à 4.000 mètres succède une sensation moins agréable. On bâille. A partir de 6.000 mètres ça devient gênant et la difficulté pour respirer s'accroît. Bon nombre de nos camarades ont éprouvé une gêne tellement intense qu'ils étaient forcés de redescendre. Tous nous ont dit que les mouvements respiratoires étaient accélérés et cela se conçoit fort bien : il faut des inspirations plus nombreuses pour compenser le manque d'oxygène. A partir de 6.500 mètres on est forcé d'employer des ballons d'oxygène pour pouvoir monter plus haut. Un ou deux vols faits à des moments éloignés n'auront pas de répercussions fâcheuses sur l'organisme, il n'en est pas de même pour les pilotes de chasse qui avaient à patrouiller une ou deux fois par jour (plus souvent deux fois) à de hautes altitudes.

Pour que l'hématose se fasse, il faut une augmentation des mouvements respiratoires avec une amplitude plus grande des inspirations. Comme conséquence immédiate, il se crée au niveau du poumon une circulation plus active. Dans ce travail, les alvéoles pulmonaires se surmènent, elles perdent un tant soit peu de leur élasticité ce qui déterminera à la longue de l'emphysème pulmonaire avec une certaine prédisposition à la congestion.

Pendant l'épidémie de grippe qui s'est abattue aux Ar-

mées, nous avons été frappés par le grand nombre de complications pulmonaires qui se sont déclarées dans le personnel navigant. Alors que le personnel non navigant guérissait assez rapidement, pilotes et observateurs ont presque tous fait de la congestion pulmonaire qui s'est terminée malheureusement par une issue fatale pour trois malades que nous avons évacués.

Les anciens bacillaires à foyer scléreux éprouvent au bout d'un certain temps des malaises assez graves.

Deux de nos camarades entachés de bacillose pulmonaire ont été forcés de se faire rayer du personnel navigant pour des hémoptysies peu abondantes, il est vrai, mais qui se produisaient chaque fois qu'ils dépassaient 4.000 mètres.

D'autres médecins nous ont rapporté le même fait. Il faut donc exclure de l'aviation, tout sujet suspect de bacillose pulmonaire.

De l'Ictère chez les aviateurs

Il nous paraît intéressant de mentionner trois observations de cas d'ictère survenu chez des pilotes.

I

Sergent L..., âgé de 25 ans. Rien à noter sur les antécédents héréditaires, rien non plus sur les antécédents personnels. Pendant la période très active du mois de septembre 1918, il vint

nous trouver pour des troubles dyspeptiques et une grande lassitude générale, pas de maux de tête, pas de fièvre, pas de frissons.

Le lendemain nous le revoyons et constatons que ses conjonctives sont subictériques ainsi que les téguments. Nous l'évacuons. Quelques jours après nous l'allons voir. Il fait un superbe ictère. Les conjonctivess ont très imprégnées de pigments biliaires ainsi que la peau. Les urines sont hautes en couleur, les selles sont décolorées. Le foie présente une certaine sensibilité à la palpation et est un peu volumineux ; la région de la vésicule biliaire est plus douloureuse. Rien du côté de la rate. Les battements du cœur sont ralentis comme chez tous les ictériques. Après le traitement classique d'une quinzaine de jours (lait écrémé, désinfection des voies biliaires par le benzoate de soude, lavements froids), le malade est guéri.

II

Lieutenant A... Pas d'antécédents héréditaires. Au point de vue antécédents personnels, a eu la syphilis en 1916. Paraît extrêmement nerveux. Très sportif. N'est que depuis peu de temps dans l'aviation.

Un matin du mois de mars, il est mal en train. Au déjeuner il mange peu et se plaint fréquemment de maux de tête. Dans le courant de la journée, les malaises non seulement persistent, mais semblent s'accentuer. Le soir au dîner, il a de la fièvre, des frissons et se sent si faible que nous lui conseillons d'aller se mettre au lit. Le lendemain matin, nous nous apercevons qu'il a fait de l'ictère. Nous l'évacuons, et grâce à la proximité de son hôpital, nous avons pu suivre l'évolution de sa maladie. Après un repos au lit de quarante-huit heures, la fièvre a complètement dis-

paru, mais ses tiguments son hypercolorés. Les urines sont chargées en pigments biliaires et sont peu abondantes. Les matières sont complètement décolorées et présentent la teinte classique du mastic. Le foie est peu volumineux, peu sensible à la palpation, sauf au niveau de la vésicule biliaire. Rien du côté des poumons, rien du côté du cœur.

Après un traitement d'une quinzaine de jours au lait écrémé, benzoate de soude, etc., la maladie ne régressant pas, le médecin traitant lui fait des injections de mercure. Trois semaines après les symptômes s'amendent et il peut quitter l'hôpital.

III

Capitaine M... Pas d'antécédents héréditaires, antécédents personnels : maladie sans importance, rougeole. Fait de l'aviation depuis plus de deux ans.

Dans le courant du mois de mars, il est pris brusquement d'un malaise subit avec un léger mal de tête. Le malaise ne se dissipant pas dans la soirée, on nous fait venir. Nous constatons que ses conjonctives sont subictériques ; au niveau de l'abdomen la peau est légèrement colorée en jaune, pas de douleurs du côté du foie, urines chargées en pigments biliaires, matières non décolorées, pas de fièvre, une légère bradycardie, état saburral de la langue. Nous l'évacuons à l'hôpital, les symptômes sont les mêmes, avec cependant une augmentation de la pigmentation des conjonctives, urines hypercolorées et les matières ne sont pas décolorées. Après un traitement d'une dizaine de jours, il est complètement guéri.

Voici donc trois observations de cas d'ictère que nous avons pu suivre. Comme nous l'avons dit plus haut, nos collègues des formations aéronautiques ont observé fréquemment des cas de jaunisse dans le personnel navigant. A quelles causes attribuer ces jaunisses ?

Nous avons eu affaire à des cas d'ictère émotif répondant d'une façon générale aux deux classifications de ces sortes d'ictère, c'est-à-dire : 1° l'influence des émotions sur l'apparition de l'ictère ; 2° l'ictère émotif proprement dit.

Dans la deuxième observation, nous avons eu un cas très net de l'influence des émotions sur l'apparition de l'ictère, car bien que notre malade ne se soit jamais plaint du foie, nous pensons que sa syphilis n'avait pas été sans causer quelques lésions de ses cellules hépatiques. D'ailleurs il n'est pas besoin que le foie soit fortement atteint pour qu'une émotion déclanche une série d'ictère. Castaigue cite des observations de simples cholémiques qui ont fait une poussée d'ictère à la suite de fortes peurs. Notre malade de l'observation N° 2 a fait un catarrhe gastro-intestinal et consécutivement un catarrhe des voies biliaires entraînant la production de l'ictère.

Quant aux malades des deux autres observations, le mécanisme ne semble plus compliqué. C'est un mélange d'ictère par fragilité globulaire et émotif.

Par fragilité globulaire le sang subit : 1° des modifications sous l'influence du froid ; 2° Kaulen qui a étudié le sang d'une cinquantaine d'aviateurs a constaté une augmentation

du nombre des globules rouges avec diminution de la teneur du sang en hémoglobine sans que les deux phénomènes soient dans un rapport étroit de dépendance.

Quant à expliquer l'influence des émotions sur la production de ces ictères, trois opinions sont en présence :

1° On peut incriminer tout d'abord le spasme des voies biliaires et en particulier celui décrit par Oddi à l'extrémité du cholédoque.

2° On s'est demandé si l'émotion ne pouvait pas produire une hypersécution de la bile d'où ictère de même qu'elle produit une hypersécution intestinale ou urinaire.

3° Potain et Franck ont émis l'hypothèse qu'au moment de l'émotion il se fait une vaso-dilatation intense telle que dans les capillaires des intestins, que tout le sang y afflue provoquant ainsi une baisse de pression dans le foie. Comme la tension de la bile reste normale il se produirait un passage rapide de la bile dans le sang.

Il faut se souvenir aussi de la belle expérience de Doyon qui a montré que l'excitation des nerfs grands splanchniques provoque la contraction de l'appareil excréteur de la bile et que sous cette influence le sphincter duodénal se resserre au point de s'opposer complètement à l'écoulement biliaire. Etant donné que pendant le vol on éprouve des émotions parfois très violentes, on peut invoquer pour les cas relatés ci-dessus ce mécanisme en tenant compte également des modifications que subissent les hématies.

Etude du sens de l'équilibre et du vertige

Le sens de l'équilibre est une question primordiale dans l'aviation et mérite que l'on s'y attarde.

Le maintien de l'équilibre est une fonction du misencéphale, elle est le résultat de mouvements reflexes déterminés par des impressions diverses, impressions tactiles, kinesiques, visuelles et labyrinthiques. A la suite de ces impressions que l'analyse dissocie, mais que dans la réalité sont étroitement unies se produisent en effet dans les centres nerveux, les incitations motrices qui mettent en jeu les contractions musculaires au maintien et au rétablissement de l'équilibre dans toutes sortes de positions et dans tous les mouvements.

Les impressions labyrinthiques ont une signification particulière par suite du rôle très important que jouent les canaux semi-circulaires dans l'équilibration.

Les différentes expériences de Flourens datant de 1828 montrent :

1° que la section des canaux horizontaux fait exécuter à l'animal des mouvements oscillatoires de la tête dans un plan horizontal et autour de l'axe vertical de la tête.

2° Que la section des canaux verticaux postérieurs déterminent des mouvements de la tête de bas en haut et de haut en bas.

3° Que la section des canaux verticaux supérieurs fait

exécuter à la tête des mouvements d'arrière en avant et vice-versa.

Les impressions labyrinthiques seraient de nature mécanique. La tête en se déplacant produirait un ébranlement des otolithes excitant les terminaisons nerveuses des ampoules. Les mouvements des otolithes exciteraient les fibres nerveuses tantôt d'un canal membraneux, tantôt d'un autre suivant la position que prend ce canal par suite du déplacement de la tête.

Les canaux semi-circulaires peuvent cependant être supprimés, à la suite d'une rééducation l'animal aura retrouvé son équilibre. Il y a donc d'autres organes qui président à cette fonction, ce sont la vue, le sens musculaire qui nous renseignent sur les différentes positions que notre corps occupe dans l'espace.

Le vertige révèle un trouble du sens de l'orientation, trouble résultant de l'excitation, de la perversion ou de l'insuffisance de ce sens.

D'après la conception de Bonnier, la perte de l'équilibre résulte d'un trouble apporté au sens des attitudes de la tête, du tronc et des membres. Or, les images « d'identité somatique » et d'attitude segmentaire sont vehiculées vers les centres bulbaires par deux voies : le nerf vestibulaire pour le segment céphalique ; un faisceau de fibres spéciales des nerfs rachidiens qui ont pour origine les appareils tactiles profonds du sens des mouvements des membres.

Les centres bulbaires reflexes récepteurs des sensations d'attitude céphalique sont les noyaux postérieurs de l'acoustique « noyaux internes, noyaux de Betcherew et noyaux de Deiters ».

Les centres médullaires reflexes récepteurs d'une sensation d'attitude des membres, centres homologues des précédents sont les cormes postérieures de la moelle et surtout de la colonne de Clarke.

Les centres corticaux des images d'attitude des deux systèmes répondent dans chaque hémisphère à la région prérolandique et surtout à la pariétale ascendante se superposant au centre psycho-moteur respectif des divers segments.

L'appareil de la vision joue un rôle important dans le sens de l'orientation, il supplée dans une certaine mesure aux renseignements que ne pourrait donner pour une cause quelconque, le labyrinthe, c'est ce qui a fait dire à Atlans « que les vertigineux se servaient des yeux comme des béquilles ».

Le vertige est direct ou indirect. Direct quand il dépend d'une lésion primitive ou d'un trouble physiologique localisé à l'appareil vestibulaire ou à ses centres ; indirect quand il est dû au retentissement plus ou moins éloigné sur les centres du sens de l'espace d'un trouble ou d'une lésion extra-otique. Dans ce second type rentre les divers vertiges reflexes « otiques, olfactif, cutané.

La clinique distingue dans ce symptôme-vertige deux éléments fondamentaux distincts :

1° le vertige proprement dit, trouble somatique objectif d'incoordination motrice résultant du désarroi de l'appareil de l'orientation subjective (nerfs et centres vestibulaires bulbo-protubérantiel) troubles se traduisant objectivement par l'impotence fonctionnel de la station et de la locomotion.

2° la sensation vertigineuse, trouble psycho-sensoriel sub-

jectif extrêmement difficile à définir en raison de sa subjectivité, de ses diverses modalités.

Le vertige par troubles labyrinthiques pourra reconnaître comme facteur possible :

1° *l'hyperlonie* ou *l'hypolonie* de l'endolymphe et de la perilymphe !

2° la congestion ou l'ischémie.

Or en l'air, le vertige hypertonique sera provoqué par l'entrée brutale de l'air dans le conduit auditif au moment de la descente.

Le vertige hypotonique sera provoqué par la raréfaction de l'air dans le conduit à la suite d'une montée trop rapide. Ce vertige hypotonique s'aggravera d'ischémie résultant de l'hypertension vasculaire et du spasme de l'artère auditive.

A côté de ces vertiges occasionnés par les troubles de l'oreille interne viennent aussi s'ajouter les troubles produits par les différentes positions que le pilote occupe dans son appareil.

Dans le vol normal, le pilote a pour se renseigner en dehors de la vue le sens musculaire *des muscles de la région fessière*. C'est un sens que l'on acquiert encore assez rapidement. Il se manifeste de la façon suivante. Dès que le moteur se ralentit on éprouve une sensation très désagréable, que le tabouret sur lequel on est assis va vous manquer et cette sensation est beaucoup plus intense naturellement lorsque l'on pique à la verticale ou lorsque l'on est en vrille. Le bon pilote sera celui qui aura acquis une grande sensibilité de ce sens et qui sentira le moindre fléchissement dans la marche de son appareil par cette sensation particulière.

Dans la vrille toutes les fonctions de l'orientation sont

perturbées : l'oreille interne par suite de l'entrée brusque de l'air dans le conduit provoquera du vertige hypertonique. La vue accentuera ce vertige par suite de l'impression que l'on a que la terre tourne. Le sens musculaire lui-même sera très vague puisque l'on a de contact avec son appareil que par les bretelles qui vous attachent au tabouret et faiblement par les pieds.

Pour exécuter de pareilles acrobaties il importe que le pilote ait une intégrité parfaite de l'oreille interne, de son système nerveux et une grande maîtrise en soi qui ne peut s'acquérir que progressivement. Pendant la guerre, les pilotes se formaient dans les écoles en trois mois, ce qui est totalement insuffisant. Pour acquérir tous les réflexes nécessaires, pour habituer son organisme aux perturbations nombreuses qui sont inhérentes au vol, il faut un minimum de six mois à un an. Nos grands as ne se sont révélés qu'après de longs mois d'essais.

CONCLUSIONS

Après deux ou trois cents heures de vol de guerre, l'aviation détermine chez presque tous les pilotes :

I. — Une dilatation cardiaque plus ou moins prononcée.

II. — Une diminution de la pression artérielle avec, chez certains sujets anémiés, un certain degré d'insuffisance surrénale.

III. — Des modifications globulaires plus ou moins profondes aboutissant dans certains cas à l'ictère.

L'aviation peut toutefois se pratiquer longtemps et être considérée comme un sport analogue à l'automobilisme si on vole à faible altitude (de 500 mètres à 1.000 mètres) et si on n'exécute aucune acrobatie.

Monter lentement et descendre de même sont les seuls moyens de ménager son organisme.

Vu : le Président de la thèse,
GILBERT.

Vu : le Doyen,
ROGER.

Vu et permis d'imprimer
Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,
L. POINCARÉ.

BIBLIOGRAPHIE

Gley. — Physiologie.
Hédon. — Physiologie.
Barrié. — Maladies du cœur.
Martinet. — Pression artérielle et viscosité sanguine.
Presse Médicale. — Les maladies des aviateurs.
Thèse du Dr Ferry. — Aptitude et mal des aviateurs.
Chiray et Castaigne. — Maladies du foie.
Presse Médicale.
Archives médico-militaires.

Étampes, Imprimerie Maurice DORMANN. 16, Rue Saint-Mars — Tél. 31